

Vol. 2, No. 8 December 25, 1929

九州帝國大學
農學部紀要

JOURNAL

OF THE

DEPARTMENT OF AGRICULTURE

KYUSHU IMPERIAL UNIVERSITY

FUKUOKA, JAPAN



PUBLISHED BY THE UNIVERSITY

Journal of the Department of Agriculture, Kyushu Imperial University, Vol. 2 No. 8.
December 25, 1929

DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEN VERSCHIEDENEN PHYSIOLOGISCHEN ERSCHEINUNGEN DER PFLANZEN UND DEN AN VERSCHIEDENEN VEGETATIONSORGANEN IN ERSCHEINUNG TRETENDEN FARBSTOFFEN. I. MITTEILUNG. UEBER DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DER ANTHOZYANBILDUNG UND DEM WACHSTUM VON *ABUTILON AVICENNAE*[1]

Hirosi KOSAKA

I. EINLEITUNG

Wir besitzen heute bereits eine sehr weitgehende Kenntnis der Farbstoffvorkommen im Pflanzenkörper. Dass die Farbstoffbildung mit der Entwickelung der Pflanzen in Beziehung steht, ist schon von MIYOSHI (20) berichtet. Nach KEENER (15) treten die Anthozyanfarbstoffe in den verschiedenen Körperteilen von *Diervilla lonicera* besonders dann sehr stark auf, wenn diese Pflanze unter Wasser- oder Ernährungsmangel aufgezogen wird, wenn also der Wachstumsgrad ein geringer ist. HIBINO (12), COMBES (3, 4, 5), u.a. haben beobachtet, dass bei dem von ihnen untersuchten Pflanzenarten für das Auftreten der Farbstoffe eine Anhäufung von Nährstoffen im Pflanzenkörper erforderlich war; PALLADIN

[1] Arbeiten aus dem agronomischen Institut der Kaiserlichen Kyushu Universität, No. 19. Arbeiten aus dem botanischen Laboratorium der Kaiserlichen Kyushu Universität, No. 27.

(26, 27, 28, 29), Haas und Hill (10) wiederum haben betont, dass das Chromogen der Farbstoffe bei dem Vorgange der Atmung eine besondere Rolle spiele. Auch Jonesco (14), u. a. halten die Farbstoffe für wichtige Produkte im Stoffwechselvorgange. Nach allen bisherigen Untersuchungen bestehen vermutlich direkte oder indirekte, innige Beziehungen zwischen dem Farbstoffvorkommen und dem Stoffwechselvorgang.

Die bisherigen Versuche der verschiedenen Forscher beziehen sich aber noch nicht genügend auf das Verhältnis zwischen Farbstoffvorkommen und den einzelnen physiologischen Vorgängen im Stoffwechselprozess, wie z. B. Wachstum, Assimilation, Transpiration, Atmung usw. Es dürften daher diesbezügliche Untersuchungen für die bisher bereits veröffentlichten eine Ergänzung bilden. Ich habe mich deshalb seit einigen Jahren mit derartigen Untersuchungen beschäftigt und gebe hier zunächst meine Ergebnisse mit den Versuchen über die Beziehungen zwischen dem Farbstoffvorkommen und dem Wachstum von *Abutilon avicennae* wieder.

II. METHODIK UND MATERIAL

Als Versuchsmaterial dienten mir zwei Sorten von *Abutilon avicennae*, die Sorten "Akaguki" (Rotstengel) and "Awoguki" (Grünstengel). Der Wuchs dieser beiden Sorten war in der Entwickelung sehr ähnlich, dabei trat der rot-violette Farbstoff am Hypokotyl und Blattstiel im frühen Entwickelungsstadium stark hervor und zwar auch bei beiden Sorten allmählich im gleichen Farbtone. In einem fortgeschritteneren Stadium aber trat der Farbstoff bei der "Akaguki"-Sorte bedeutend stärker auf, als bei der "Awoguki"-Sorte.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass der Farbstoff bei beiden Sorten in den äussersten Zellschichten der Rinde vorhanden war. Dieser Farbstoff zeigte die charakteristischen Anthozyan Reaktionen, es veränderte sich nämlich in den frischen Querschnitten durch Zusatz eines Tropfens Salzsäure der rotviolett gefärbte Zellsaft in hellrot und bei Zusatz eines Tropfens Kalilauge in grün (21).

Das Material wurde grösstenteils in der Knop'schen Nährlösung, zu einem anderen Teile im Felde gezogen. Der Grad der Farbstoffbildung und des Wachstums wurde an jedem siebenten oder vierzehnten Tage während des ganzen Entwickelungsstadiums beobachtet. Zur Feststellung des Wachstumsgrades wurden sowohl das Längswcähstum

der Pflanzen als auch die Zunahme an Frisch- und Trockengewicht der oberirdischen und der unterirdischen Pflanzenteile bestimmt. Der durchschnittliche tägliche Zuwachs an Trockengewicht in einem bestimmten Zeitintervalle, berechnet auf Prozente des absoluten Wertes zu Ende des betreffenden Zeitintervalles, wurde als Index der Wachstumsgeschwindigkeit benützt.

Der Grad der Farbstoffbildung wurde makroskopisch uud mikroskopisch festgestellt. Es waren aber die Farbentöne sowohl an den verschiedenen Internodien der Stengel als auch an den verschiedenen Blattstielen verschieden, dasselbe galt auch für die distalen, zentralen und proxymalen Partieen der einzelnen Internodien und Blattstiele, d. h. die Farbentöne waren in den Internodien und Blattstiele der zentralen Partieen der Pflanze tiefer als in den der apikalen und der basalen Partieen, während das Gegenteil bei den einzelnen Blattstielen und Internodien der Fall war. Ich habe deshalb den Farbenton an den einzelnen Partieen der Blattstiele und Internodien beobachtet und die Beobachtungen der Bequemlichkeit halber zahlenmässig ausgedrückt. Auf diese Weise wurde durch zahlenmässigen Ausdruck der beobachteten Farbstoffmenge der einzelnen Internodien und der einzelnen Blattstiel an den genannten drei Partieen berechnet und daraus dann der Durchschnitt für die ganze Pflanze gezogen.

Es ist mir gelungen in dem Grade der Farbstoffbildung 7 verschiedene Abstufungen zu unterscheiden, die ich nach dem Ridgway'schen "Colourstandard and Nomenclature" (32) wie folgt eingeteilt habe:

Farbenton	Farbe	Zahl
—	Grün (rot fehlt) . . .	0
±	Spur von rot . . .	1
+	Rosa-hellrot-violett . .	2
+ +	Rot-violett	3
+ + +	Violett	4
+ + + +	Dunkel-violett . . .	5
+ + + + +	Tief-dunkel-violett . .	6

III. BEZIEHUNGEN ZWISCHEN FARBSTOFFVORKOMMEN UND WACHSTUM BEI DEN UNTER DEN NORMALEN SONNENLICHTBEDINGUNGEN ANGEBAUTEN PFLANZEN

Die Keimlinge der beiden Sorten von *Abutilon*, die am 19. März in mit Wasser befeuchteten Keimbeeten zum Keimen gebracht worden

waren, wurden ab 31. März in Knop'scher Nährlösung gezogen und im Freien den Sonnenstrahlen ausgesetzt. Von diesem Material wurde der Grad der Farbstoffzunahme, die Entwickelung und der stoffliche Zuwachs in jeder Woche oder aller zwei Wochen bestimmt. Die Ergebnisse der Bestimmungen waren die nachstehenden:

A. FORTSCHRITT IN DER ENTWICKELUNG

In einem sehr frühen Stadium der Entwickelung machen beide Sorten in der Entwickelung allmählich den gleichen Fortschritt, in einem fortgeschrittenerem Stadium aber entwickelten sich die "Akaguki"-Pflanzen schneller. Diese knospten schon am 13. Juni, waren am 26. Juni aufblüht und erreichten am 19. Juli die Fruchtreife, während die "Awoguki"-Pflanzen am 13. Juni erst wenige kleine Blumenknospen entwickelten, am 13. Juli verblühten und erst am 3. August die Fruchtreife erreichten. Merkwürdig war dabei aber, dass das Wachstum sowohl der oberirdischen, als auch der unterirdischen Pflanzenteile die allen Entwickelungsstadien hindurch bei den "Awoguki"-Pflanzen ein stärkeres war als bei den "Akaguki"-Pflanzen.

B. FARBSTOFFVORKOMMEN

Um festzustellen, in welcher Partie des Pflanzenkörpers der Farbstoff vorkommt, wurden sowohl die Stengel als auch die Blattstiele partieenweise beobachtet.

a) "AKAGUKI"-PFLANZEN

In jedem Stadium der Entwickelung während der ganzen Vegetationsperiode war das Farbstoffvorkommen in den Stengeln wie in den Blattstielen fast dasselbe und zwar waren die Farbtöne auf den Internodien der Stengel und den Blattstielen im vollausgewachsenen und lebenskraftigsten Stadium am stärksten, dagegen waren die Farbtöne der Internodien wie der Blattstiele in den jüngeren und älteren Partieen der Pflanzen nur schwach. Auch habe ich eine Uneinheitlichkeit der Farbentöne auf den einzelnen Blattstielen festgestellt; es waren nämlich die Farbentöne in den proximalen und distalen Partieen stärker als in den zentralen, (Tabelle 1).

β) " AWOGUKI " - PFLANZEN

Das Farbstoffvorkommen zeigte nur in einem frühen Entwickelungsstadium den gleichen Grad wie bei ben " Akaguki " - Pflanzen. Im wachsenden Stadium verschwand der Farbstoff auf den Stengeln ganz und auf den Blattstielen blieb er nur schwach erhalten. Denn doch können wir eine ähnliche Beziehung zwischen den Farbstoffvorkommen und dem Wachstum der Pflanze finden wie bei den " Akaguki " - Pflanzen, (Tabelle 2).

C. BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEM FARBSTOFFVORKOMMEN UND DER WACHSTUMSTÄTIGKEIT DER PFLANZEN

Die bisherigen Tabellen geben nur einen rein tabellarischen Aufschluss über die Farbentöne in den einzelnen Körperteilen, die Beziehungen zwischen dem Farbstoffvorkommen und der Wachstumstätigkeit der Pflanzen während der ganzen Vegetationsperiode sind noch festzustellen. Die Ergebnisse der diesbezüglichen Untersuchungen waren die folgenden :

α) " AKAGUKI " - PFLANZEN

Im frühen Stadium der Entwickelung ist die Farbstoffbildung im ganzen Pflanzenkörper nur gering, nach und nach aber mit dem Fortschritte der Entwickelung wird sie vermehrt und erreicht das Maximum in ausgewachsenen Stadium. In dem Stadium der Fruchtreife nimmt sie wieder ab.

Andererseits ist ersichtlich, dass die tägliche Zunahme des Trockengewichtes sowohl der unterirdischen als auch der oberirdischen Teile einer Pflanze im früheren Stadium eine grössere ist, als im wachsenden Stadium, in dem sie den Höhepunkt erreicht haben, dass dann im blühenden Stadium nur eine beträchtlich geringe Zunahme und dann im Fruchtreifestadium wieder eine schwach vergrösserte Zunahme statthat. Es steht also die Farbstoffbildung während des ganzen Wachstumsstadiums zu der Wachstumsgeschwindigkeit, welche wahrscheinlich durch den Grad der Trockengewichtszunahme dargetan ist, im umgekehrten Verhältnis, (Tabelle 3 und Fig. 1).

β) " AWOGUKI " - PFLANZEN

Der Verlauf der täglichen Zunahme in dem Trockengewicht der

Tabelle 1. Grad der Farbstoffbildung bei den unter den normalen Sonnenlichtbedingungen angebauten " Akaguki " - Pflanzen [1]

Beobachtungszeit	Entwickelungsstadium	Farbentöne in jedem Internodium des Stengels (Nummer: von unten)									Farbentöne in jedem Blattstiel (Nummer: von unten)									Durchschnittswerte der Farbentöne des Stengels und des Blattstiels
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII—X	Durchschnittswerte	Kotytledon	I	II	III	IV	V	VI	VII—X	Durchschnittswerte	
31. Mai	Keimlinge	5,0	0							2,5	1,0								1,0	1,8
10. Juni	Früheres wachsendes Stadium	3,5	0,5	0						1,3	4,0	4,0	1,0						3,0	2,3
18. Juni	Späteres wachsendes Stadium	2,0	5,0	3,5	0					2,6	2,0	4,7	4,7	3,7	0,3				3,1	2,9
25. Juni	Ausgewachsenes Stadium	0,5	4,0	5,0	6,0	4,0	1,7			3,6	1,0	3,3	5,0	5,7	6,0	2,3			3,9	3,8
3. Juli	Blühendes Stadium	0,5	2,3	5,0	6,0	4,5	2,5	0,5		3,0	—	2,7	4,3	5,3	5,7	5,7	4,0		4,6	3,9
19. Juli	Fruchtreifestadium	0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	—	—	—	—	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,9
Durchschnittswerte		**1,9**	**2,1**	**2,9**	**3,3**	**3,2**	**1,8**	**0,8**	**1,0**		**2,0**	**3,7**	**3,8**	**4,9**	**3,8**	**3,7**	**3,5**	**3,0**		

1 Die Zahlen sind in den Durchschnittswerte gefunden aus 8 Versuchsmaterialien gegeben.

Tabelle 2. Grad der Farbstoffbildung bei den unter den normalen Sonnenlichtbedingungen angebauten " Awoguki "-Pflanzen [1]

Beobachtungszeit	Entwickelungsstadium	Farbentöne in jedem Internodium des Stengels (Nummer: von unten)										Farbentöne in jedem Blattstiel (Nummer: von unten)											Durchschnittswerte der Farbentöne des Stengels und des Blattstiels
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX—XIV	Durchschnittswerte	Kotyledon	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII—XIII	Durchschnittswerte	
31. Mai	Keimlinge	5,0	0								2,5	1,0									1,0	1,8
10. Juni	Früheres wachsendes Stadium	1,7	0	0							0,6	1,0	0,5	0							0,5	1,1
18. Juni	Stärker wachsendes Stadium	0,3	0	0	0	0					0,1	1,0	0,7	0,5	0	0					0,4	0,3
25. Juni	Stärkst wachsendes Stadium	0	0	0	0	0	0				0	—	0,3	0,3	0,3	0,7	1,0	0,3	0		0,2	0,1
3. Juli	Ausgewachsenes Stadium	0	0	0	0	0	0	0	0		0	—	0	0,3	0,3	0,7	1,0	0,3	0		0,4	0,2
19. Juli	Späteres blühendes Stadium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	0,3	0,3	0	0	0,1	0,1
3. Aug.	Fruchtreifestadium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0
Durchschnittswerte		1,0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,8	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0	0		

[1] Die Zahlen sind in den Durchschnittswerte gefunden aus 8 Versuchsmaterialien gegeben.

Tabelle 3. Grad des Farbstoffvorkommens und der tägliche Trockengewihtszunahme bei den unter den normalen Lichtbedingungen angebauten *Abutilon*-Pflanzen, "Akaguki" Sorten[1]

Boebacht-ungszeit	Stadium der Entwickelung	Tägliche Trockengewichtszunahme (%)		Grad des Farbstoffvor-kommon
		Oberirdischer Teil	Unterirdischer Teil	
31. Mai	Keimlinge	—	—	1,8
10. Juni	Früheres wachsendes Stadium	8,56	7,70	2,3
18. Juni	Stärker wachsendes Stadium	7,47	5,62	2,9
25. Juni	Ausgewachsenes Stadium	8,89	9,15	3,8
3. Juli	Blühendes Stadium	3,37	0,15	3,9
19. Juli	Fruchtreifestadium	4,41	3,79	1,9

1 Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte gefunden aus den 8 Versuchspflanzen.

Fig. 1. Kurve des Grades des Farbstoffvorkommens und der täglichen Trockengewichtszunahme, gezeichnet in Tabelle 4



oberirdischen wie der unterirdischen Teile war in jedem Stadium der Entwickelung ähnlich der der "Akaguki"-Sorten, d. h. der Grad der Zunahme erreichte den Höhepunkt im stark wachsenden Stadium und zeigte im Blütestadium eine bedeutende Verminderung. Die Farbstoffbildung kam aber nur im Keimlingsstadium der der "Akaguki"-Pflanzen gleich, dagegen sie in anderen Stadien beträchtlich zurückblieb. Deutlich ist jedoch ersichtlich, dass die gebildete Farbstoffmenge in Stadium der höchsten Wachstumsgeschwindigkeit am geringsten war, in dem Stadium des langsam fortschreitenden Wachstums am grössten war und dass der Farbstoff im Stadium der Fruchtreife ganz verschwand. Es zeigt sich hier also, dass der Grad des Farbstoffvorkommens und die Wachstumsgeschwindigkeit zueinander in einem umgekehrten Verhältnisse stehen, (Tabelle 4).

Tabelle 4. Grad des Farbstoffvorkommens und der tägliche Trockengewichtszunahme bei den unter den normalen Sonnenlichtbedingungen angebauten "Awoguki"-Pflanzen[1]

Boebachtungszeit	Stadium der Entwickelung	Tägliche Trockengewichtszunahme (%)		Grad des Farbstoffvorkommens
		Oberirdischer Teil	Unterirdischer Teil	
31. Mai	Keimlinge	—	—	**1,8**
10. Juni	Früheres wachsendes Stadium	7,95	7,73	**1,1**
18. Juni	Stärker wachsendes Stadium	7,47	6,54	**0,3**
25. Juni	Stärkst wachsendes Stadium	8,35	7,69	**0,1**
3. Juli	Ausgewachsenes Stadium	5,62	5,96	**0,2**
19. Juli	Späteres blühendes Stadium	4,41	3,96	**0,1**
3. Aug.	Fruchtreifestadium	3,09	3,35	**0**

1 Die Zahlen bedeuten Durchschnittswerte gefunden aus den 8 Versuchspflanzen.

γ) VERGLEICHUNG ZWISCHEN DER DATEN GEFUNDEN AN DEN "AKAGUKI"- AND "AWOGUKI"-SORTEN

Dass die Farbstoffzunahme zu der Geschwindigkeit in der Trockengewichtszunahme im umgekehrten Verhältnis steht, haben wir für die

beiden genannten Sorten einzeln festgestellt. Ergibt nun ein Vergleich der beiden Versuchsergebnisse dasselbe Verhältnis? Um Klarheit über diese Frage zu erhalten, habe ich bezüglich des Farbstoffvorkommens und des Wachstums zwischen den beiden Sorten einen Vergleich angestellt. Die Menge des gebildeten Farbstoffs ist, wie wir aus den vorhergehenden Untersuchungen gesehen haben, bei den "Akaguki"-Pflanzen sehr viel grösser, aber die Wachstumsgrösse der beiden verhält sich gerade umgekehrt, es ist nämlich die Lebensdauer der "Awoguki"-Pflanzen eine etwas längere als die der "Akaguki"-Pflanzen und auch der Umfang in dem Wachstum in der ganzen Periode der Entwickelung ist bei den ersteren etwas grösser. Daraus ergibt sich die Tatsache, dass der Grad der Farbstoffbildung und die Geschwindigkeit in der Trockengewichtszunahme einander auch bei den beiden verschiedenen Sorten in ähnlicher Weise zueinander im umgekehrten Verhältnisse stehen, (Tabelle 5).

IV. FARBSTOFFVORKOMMEN IM FRUCHTREIFEN STADIUM NACH ABPFLÜCKEN DER FRÜCHTE

Durch den vorhergehenden Versuch wissen wir, dass im Stadium der Fruchtreife die Farbstoffbildung im Pflanzenkörper vermindert wird, obgleich die Geschwindigkeit in der Trockengewichtszunahme beträchtlich verkleinert ist. Das daher kann nicht mit dem festgestellten umgekehrten Verhältnisse des Farbstoffvorkommens und der Wachstumszunahme übereinstimmen. Ich habe um hier Klarheit zu schaffen, am 10. Juli 1926 im letzten Stadium der Blüteperiode von "Akaguki"-Pflanzen, die auf dieselbe Weise wie im Versuche III kultiviert worden waren, alle Früchte abgepflückt, teils als Kontrolle sie sich weiter entwickeln lassen während einer Periode von 10 Tagen. Danach habe ich bei beiden die Farbstoffbildung beobachtet. Hier war nun natürlich bei den Pflanzen, die ihrer Früchte beraubt worden waren, ein höherer Grad der Farbstoffbildung zu erwarten, und meine Bestimmungsresultate haben diese Vermutung bestätigt. Es war der Grad der Farbstoffbildung bei den Pflanzen, die ihrer Früchte beraubt worden warden, in Stengeln und Blattstielen ein sehr viel höherer als bei den Kontrollpflanzen, (Tabelle 6).

Aus den Ergebnissen der Versuche III und IV lässt sich ableiten, dass zwischen der Farbstoffbildung und der Anhaufung oder Verwen-

Tabelle 5. Vergleich des Stoffgehaltes an der Frisch- und Trockensubstanz der " Akaguki "- und " Awoguki "- Pflanzen, angebaut unter den normalen Sonnenlichtbedingungen[1]

Beobachtungszeit	Stadium der Entwickelung		Frischgewicht des ganzen Pflanzenkörpers (relativer Wert)		Trockengewicht des ganzen Pflanzenkörpers (relativer Wert		Prozentiger Gehalt der Trockensubstanz (relativer Wert)					
							Oberirdischer Teil		Unterirdischer Teil		Ganzer Pflanzenkörper	
	" Akaguki "	" Awoguki "	" Akaguki "	" Awoguki "	" Akaguki "	" Awoguki "	" Akaguki "	" Awoguki "	" Akaguki "	" Awoguki "	" Akaguki "	" Awoguki "
31. Mai	Keimlinge	Keimlinge	**1,0**	1,2	**1,0**	1,3	**100**	109	**100**	93	**100**	106
10. Juni	Früheres wachsendes Stadium	Früheres wachsendes Stadium	4,0	4,1	6,3	6,2	163	163	125	120	158	152
18. Juni	Stärker wachsendes Stadium	Stärker wachsendes Stadium	8,8	9,3	14,7	15,0	179	178	103	113	166	161
25. Juni	Ausgewachsenes Stadium	Stärkst wachsendes Stadium	25,9	22,0	51,3	44,1	197	200	151	157	198	200
3. Juli	Blühendes Stadium	Ausgewachsenes Stadium	38,0	39,7	68,4	80,8	178	203	123	165	180	203
19. Juli	Fruchtreifestadium	Späteres blühendes Stadium	102,5	114,0	244,0	263,9	223	226	174	180	238	231
3. Aug.		Fruchtreifestadium		213,4		524,1		229		221		246

[1] Die Zahlen sind gegeben in den Durchschnittswerte gefunden aus 8 Versuchspflanzen, und zwar im relativen Werte dar. Die betreffenden absoluten Werte der an den " Akaguki "- Pflanzen gefundenen Daten, die als die Einheitswerte benutzt sind, betragen:

das Frischgewicht ... ... 113,4 mg;
das Trockengewicht .. .. 8,4 mg;

Prozentiger Gehalt der Trockensubstanz:
das oberirdische Körperteil ... ... 8,78 %;
das unterirdische Körperteil ... ... 5,33 %;
das ganze Körperteil ... ... 7,41 %

dung des Baustoffes in der Pflanze ein inniger Zusammenhang besteht, d.h dass mit der Zunahme des Baustoffgehalts im Körpergewebe die Farbstoffbildung vermehrt wird, dass dagegen eine Abnahme in demselben eine Verminderung in der Farbstoffbildung im Gefolge hat.

Tabelle 6. Grad der Farbstoffbildung bei den unter den normalen Sonnenlichtbedingungen angebauten "Akaguki"-Pflanzen, deren alle Früchte am früheren Stadium der Fruchtreife abgepflückt wurde[1]

Im Stengel			Im Blattstiel		
Nummer des Internodiums (von unten)	Kontrolle Materialien	Materialien ohne Früchte	Nummer des Blattstiels (von unten)	Kontrolle Materialien	Materialien ohne Früchte
I	0	0	Kotyledon	—	—
II	1	1	I	—	—
III	1	2	II	—	—
IV	1	2	III	—	—
V	1	3	IV	3,0	3,0
VI	1	5	V	3,0	3,0
VII	1	5	VI	3,0	4,0
VIII	1	5	VII	3,0	4,7
IX	1	5	VIII	3,0	4,3
X	1	5	IX	3,0	5,0
Durchschitts-werte	**1,0**	**4,2**	Durchschnits-werte	**3,0**	**4,0**

[1] Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte gegeben aus den 5-10 Versuchspflanzen.

V. Beziehungen zwischen dem Farbstoffvorkommen und dem Wachstum bei den unter dem geschwächten Sonnenlicht angebauten Pflanzen

Es handelt sich hier um einen den Versuchen III und IV gleichsinnigen Versuch, bei dem die beiden verschiedenen Sorten von

Abutilon zu derselben Zeit wie bei dem Versuche III in Wasserkultur angebaut wurden und dann im Keimlingsstadium, vom 31. Mai ab, mit weissem Baumwolltuch bedeckt wurden, um den Sonnenlicht zuschwächen. Auch hier wurden der Grad der Farbstoffbildung, die Entwickelungsweise und die tägliche Trockengewichtszunahme ebenso wie bei dem Versuche III bestimmt. Die Versuchsergebnisse waren die folgenden :

A. BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEM FARBSTOFFVORKOMMEN UND DER WACHSTUMSGESCHWINDIGKEIT GEMESSEN AN DER ZUNAHME DES TROCKENGEWICHTS

Es zeigte sich, dass die Art und Weise des Farbstoffvorkommens der mit Baumwollstoff bedeckten "Akaguki"-Pflanzen in den einzelnen Entwickelungsstadien der der bei freiem Lichtzutritt gezüchteten

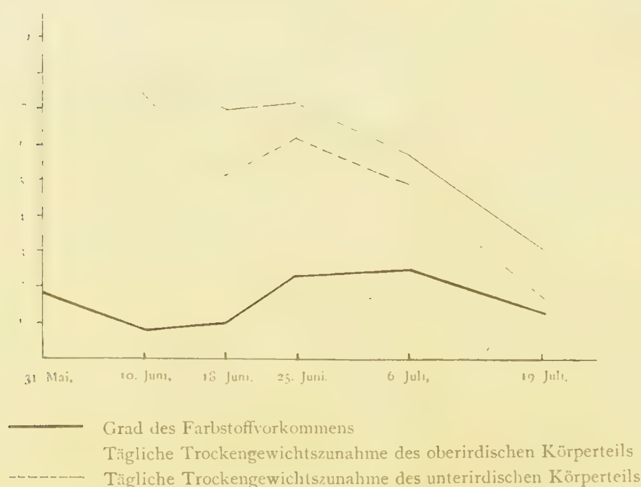
Tabelle 7. Grad des Farbstoffvorkommens und der Wachstumsgeschwindigkeit gemessen an der Trockengewichtszunahme bei den unter dem geschwächten Sonnenlicht angebauten "Akaguki"-Pflanzen

Beobachtungszeit	Stadium der Entwickelung	Trockengewichtszunahme (%)		Grad des Farbstoffvorkommens		
		Oberirdischer Teil	Unterirdischer Teil	Stengel	Blattstiel	Durchschnittswerte
31. Mai	K imlinge	—	—	2,5	1,0	**1,8**
10. Juni	Früheres wachsendes Stadium	8,25	7,56	0,6	0,9	**0,8**
18. Juni	Stärker wachsendes Stadium	7,03	5,18	0,4	1,5	**1,0**
25. Juni	Ausgewachsenes Stadium	7,19	6,21	1,8	2,8	**2,3**
6. Juli	Blühendes Stadium	5,75	4,87	1,9	3,0	**2,5**
19. Juli	Fruchtreifestadium	3,13	1,84	0,6	2,0	**1,3**

[1] Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte gefunden aus den 8-10 Versuchspflanzen.

Pflanzen derselben Sorte entsprach, und zwar die ganzen Vegetationsperiode hindurch, dass aber der Farbton in dem Versuche mit den bedeckten Pflanzen ein bedeutend geringerer war. Bei den bedeckten "Awoguki"-Pflanzen war eine Farbstoffbildung überhaupt nicht zu beobachten Andererseits war der Verlauf der Geschwindigkeitsveränderung des Wachstums, gemessen an der Trockengewichtszunahme, der bedeckten Pflanzen beider Sorten fast dieselbe wie bei dem Versuche III. Es geht daraus also hervor, dass auch bei den unter Bedeckung angebauten Pflanzen, zwischen der Farbstoffbildung und dem Wachstum ein umgekehrtes Verhältnis besteht, (Tabelle 7, 8 und Fig. 2).

Fig. 2. Kurve des Farbstoffvorkommens und der Wachstumsgeschwindigkeit gemessen an der Trockengewichtszunahme, gezeichnet im Tabelle 8.



B. VERGLEICH DES WACHSTUMS DER UNTER DEN BEIDEN BESTRAHLUNGSBEDINGUNGEN ANGEBAUTEN PFLANZEN

Der Vergleich der diesmaligen Versuche mit den unter der III angegebenen, zeigt, dass bei den bedeckten wie bei den normal besonnten

Tabelle 8. Grad des Farbstoffvorkommens und der Wachstumsgeschwindigkeit gemessen an der Trockengewichtszunahme bei den unter dem geschwächten Sonnenlicht angebauten "Awoguki"-Pflanzen[1]

Beobachtungszeit	Stadium der Entwickelung	Trockengewichtszunahme (%)		Grad des Farbstoffvorkommens		
		Oberirdischer Teil	Unterirdischer Teil	Stengel	Blattstiel	Dürchschnittswerte
31. Mai	Keimlinge	—	—	2,5	1,0	1,8
10. Juni	Früheres wachsendes Stadium	6,90	7,68	0	0	0
18. Juni	Stärker wachsendes Stadium	8,77	4,57	0	0	0
25. Juni	Stärkst wachsendes Stadium	7,28	6,82	0	0	0
6. Juli	Ausgewachsenes Stadium	5,49	5,83	0	0	0
19. Juli	Späteres blühendes Stadium	4,94	4,24	0	0	0
3. Aug.	Fruchtreifestadium	3,97	2,54	0	0	0

[1] Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte gefunden aus den 8-10 Versuchspflanzen.

Pflanzen das Stadium des Aufblühens und das der Fruchtreife beinahe zu gleicher Zeit eintritt, es entwickelten sich aber die Stengel der bedeckten Pflanzen mehr in die Länge und auch die Blattspreiten waren grösser entwickelt. Dahingegen waren sowohl das absolute Trockengewicht als auch der Prozentgehalt der Trockenzubstanz des ganzen Pflanzenkörpers im ausgewachsenen Stadium der Entwickelung bei den bedeckten Pflanzen sehr viel geringer, ebenso auch das Frischgewicht um ein geringes. Diese Tatsache weist auf ein grösseres Streckungswachstum und geringeres Dickenwachstum bei den bedeckt aufgezogenen Pflanzen hin. Es ist daher wahrscheinlich die Tatsache der geringeren Farbstoffbildung dieser Pflanzen einerseits direkt durch den Mangel an Licht (1, 2, 9, 11, 13, 14, 15, 18, 19, 25, 31), andererseits aber auch indirekt durch den geringeren Stoffgehalt im Gewebe zu erklären (3, 4, 5, 12, etc.), (Tabellen 9 u. 10).

Tabelle 9. Vergleich des Wachstums der unter dem beiden Bestrahlungsbedingungen angebauten " Akaguki "- Pflanzen[1]

Bei geschwächter Beleuchtung		Bei normaler Beleuchtung		Frischgewicht		Trockengewicht		Gehalt der Trockensubstanz					
								Oberirdischer Körperteil		Unterirdischer Körperteil		Ganzer Pflazenkörper	
Beobachtungszeit	Stadium der Entwickelung	Beobachtungszeit	Stadium der Entwickelung	Schwach besonnte Pflanzen	Normal besonnte Pflanzen	Schwach besonnte Pflanzen	Normal besonnte Pflanzen	Schwach besonnte Pflanzen	Normal besonnte Pflanzen	Schwach besonnte Pflanzen	Normal besonnte Pflanzen	Schwach besonnte Pflanzen	Normal besonnte Pflanzen
31. Mai	Keimlinge	31. Mai	Keimlinge	**1**	1	**1**	1	**100**	100	**100**	100	**100**	100
10. Juni	Früheres wachsendes Stadium	10. Juni	Früheres wachsendes Stadium	4	4	5	6	135	163	120	125	135	158
18. Juni	Stärker wachsendes Stadium	18. Juni	Stärker wachsendes Stadium	8	9	11	15	144	179	117	103	145	166
26. Juni	Ausgewachsenes Stadium	25. Juni	Ausgewachsenes Stadium	19	26	26	51	136	197	108	151	139	198
6. Juli	Blühendes Stadium	3. Juli	Blühendes Stadium	39	38	60	68	150	178	113	123	155	180
20. Juli	Fruchtreifestadium	19. Juli	Fruchtreifestadium	60	102	105	244	162	223	130	174	174	238

[1] Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte gefunden aus den 8-10 Pflanzen und gegeben in relativen Werten. Die betreffenden absoluten Werte der an den schwach besonnten Materialien gefundenen Daten, welche hier als Einheit benutzt sind, betragen:

das Frischgewicht ... ... 113,4 mg;

das Trockengewicht ... ... 9,4 mg;

das Prozentgehalt der Trockensubstanz:

das oberirdische Körperteil ... ... 9.60 %;

das unterirdische Körperteil ... ... 4.98 %;

der ganze Pflanzenkörper... ... ... 7.41 %.

Tabelle 10. Vergleich des Wachstums der unter dem beiden Bestrahlungsbedingungen angebauten "Awoguki"- Pflanzen [1]

Bei geschwächter Beleuchtung		Bei normaler Beleuchtung		Frischgewicht		Trockengewicht		Gehalt der Trockensubstanz					
								Oberirdischer Körperteil		Unterirdischer Körperteil		Ganzer Pflanzenkörper	
Beobachtungszeit	Stadium der Entwickelung	Beobachtungszeit	Stadium der Entwickelung	Schwach besonnte Pflanzen	Normal besonnte Pflanzen	Schwach besonnte Pflanzen	Normal besonnte Pflanzen	Schwach besonnte Pflanzen	Normal besonnte Pflanzen	Schwach besonnte Pflanzen	Normal besonnte Pflanzen	Schwach besonnte Pflanzen	Normal besonnte Pflanzen
31. Mai	Keimlinge	31. Mai	Keimlinge	**1**	1	**1**	1	**100**	100	**100**	100	**100**	100
10. Juni	Früheres wachsendes Stadium	10. Juni	Früheres wachsendes Stadium	4	3	3	5	95	150	117	128	100	144
18. Juni	Stärker wachsendes Stadium	18. Juni	Stäker wachsendes Stadium	7	8	10	12	138	163	115	121	137	152
26. Jun	Stärkst wachsendes Stadium	25. Juni	Stärkst wachsendes Stadium	16	18	23	34	134	183	129	168	142	189
6. Juli	Ausgewachsenes Stadium	3. Juli	Ausgewachsenes Stadium	34	32	55	62	135	186	167	177	151	192
20. Juli	Späteres blühendes Stadium	19. Juli	Spärteres Blühendes Stadim	87	92	163	202	171	207	174	192	188	218
3. Aug.	Fruchtreifestadium	3. Aug.	Fruchtreifestadium	155	173	522	400	201	210	203	236	227	232

[1] Die Zahlen bedeuten die Durchnittswerte gefunden aus den 8-10 Pflanzen, und gegeben in relativen Werten. Die betreffenden absoluten Werte der an den schwach besonnten Materialien gefundenen Daten, welche hier als Einheit benutzt sind, betragen:

das Frischgewicht ... ... 140,1 mg;
das Trockengewicht ... ... 11,0 mg;

das Prozentgehalt der Trockensubstanz:
das oberirdische Körperteil ... ... 9,60 %;
das unterirdische Körperteil ... ... 4,98 %;
der ganze Pflanzenkörper... ... ... 7,85 %.

C. Farbstoffvorkommen im fruchtreifen Stadium nach Abpflücken der Früchte

Ebenso wie in dem Versuche IV habe ich hier bei den bedeckten Pflanzen in der letzten Zeit des Stadiums der Aufblüte an Material der "Akaguki"-Sorte, die einzelnen Pflanzen entweder ihrer Früchte beraubt oder ihnen diese als Kontrolle belassen. Beide wurden dann noch 10 Tage lang unter genannter Bedeckung kultiviert. Die Ergebnisse waren denen des Versuches IV ganz ähnlich und finden sich in der Tabelle 11 übersichtlich angeordnet, (Tabelle 11).

Tabelle 11. Grad der Farbstoffbildung bei den unter dem geschwächten Sonnenlicht angebauten "Akaguki"-Pflanzen, deren alle Früchte in frühe Zeit des Fruchtreifestadiums abgepflückt wurden[1]

Im Stengel			Im Blattstiel		
Nummer des Internodiums (von unten)	Kontrolle Materialien	Materialien ohne Früchte	Nummer des Blattstiels (von unten)	Kontrolle Materialien	Materialien ohne Früchte
I	0	0	Kotyledon	—	—
II	0	0	I	—	—
III	0	1	II	1,7	1,7
IV	1	2	III	1,7	1,7
V	1	2	IV	1,7	2,0
VI	1	2	V	1,7	2,0
VII	1	3	VI	1,7	3,3
VIII	1	4	VII	1,7	3,3
IX	1	5	VIII	3,0	3,7
X	0	5	IX	3,0	1,3
Durchschnittswerte	**0,6**	**2,4**	Durchschnittswerte	**2,0**	**2,4**

[1] Die Zahlen sind die Durchschnittswerte gefunden aus den 7 Pflanzen.

Aus den Ergebnissen dieser Versuche erhellt, dass bei den *Abutilon*-Pflanzen der Grad der Farbstoffbildung auch bei schwacher Beleuchtung

zu den Wachstumserscheinungen, insbesondere zu der Baustoffdissimilation in umgekehrtem Veahäitnis steht, und sich parallel zu dem Stoffgehalt der Gewebe ändert.

Der Vergleich der Ergebnisse der Versuche III and V erhellt die Tatsache, dass wenn das Versuchsmaterial unter Bedeckung kultiviert wurde, das absolute Trockengewicht und der Prozentgehalt an Trockensubstanz gegenüber den nicht bedeckten Pflanzen ein sehr geringer war. Diese Tatsache wurde besonders deutlich bei den stärker farbstoffbildenden "Akaguki"-Sorten beobachtet als bei den schwach gefärbten "Awoguki"-Sorten. Das deutet aller Wahrscheinlichkeit nach darauf hin, dass zwischen der Farbstoffbildung im Pflanzenkörper und den Sonnenstrahlen eine innige Beziehung besteht (6, 7, 8, 17, 23, 30, 35, 36, 37, 38, 39, etc.).

VI. BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEM FARBSTOFFVORKOMMEN UND DEM WACHSTUM VON *Abutilon*-PFLANZEN, BEI DENEN IM AUFWACHSENDEN STADIUM PLÖTZLICH DIE LICHTBEDINGUNGEN VERÄNDERT WURDEN

Es wurden in diesen Versuchen dieselben Materialien wie in den Versuchen III und V benützt, dabei im aufwachsenden Stadium die Lichtbebingungen plötzlich verändert und darauf die Pflanzen unter den veränderten Lichtbedingungen noch eine Weile lang weiter kultiviert.

A. BEI BEDECKUNG DER UNTER NORMALEN LICHTBEDINGUNGEN AUFGEWACHSENEN PFLANZEN MIT SCHWARZEM KATTUN

Am 25. Juni, im ausgewachsenen Stadium der "Akaguki"-Pflanzen und einem sehr weit fortgeschrittenen Wachstumsstadium der "Awoguki"-Pflanzen wurde von diesem Material je die Hälfte der beiden Sorten mit schwarzem Kattun bedeckt, die andere Hälfte noch weiter unbedeckt gehalten und die Pflanzen so noch weiter eine Zeit lang der Entwickelung überlassen. Am 3. Juli, nach acht Tagen dieser Behandlung, wurden dann der Grad der Farbstoffbildung, dazu auch die Wachstumsgeschwindigkeit gemessen an der Trockehgewichtszunahme beobachtet. Die Resultate waren dieselben wie in den vorhergehenden Versuchen. Bei beiden Sorten ist der Grad der Farbstoffbildung bei

normaler Beleuchtung sehr stark erhöht, während er bei den bedeckten Pflanzen stark vermindert ist. Die Wachstumsgeschwindigkeit aber, wie sie sich aus der Zunahme des Trockengewichts ergibt, weicht aber von den normal beleuchteten Pflanzen beträchtlich ab, d. h. sie ist stark vermindert. Hier besteht also nicht mehr, wie wir vorher im normalen Falle gefunden, zwischen Farbstoffentwickelung und Wachstumsgeschwingkeit das umgekehrte Verhältnis. Das lässt sich vielleicht so erklären, dass die Pflanzen unter den unnormalen Verhältnissen alle Wachstumserscheinungen einstellen und einen übermässigen Verbrauch an Urbaustoffen im Gewebe betreiben Diese Erwartung wurde durch meine Bestimmungsresultate des Trockengewichts und des Prozentgehaltes der Trockensubstanz bestätigt, (Tab. 12 u. 13).

Ich habe bei der Bedeckung mit dem schwarzen Tuche gefunden, dass bei beiden Sorten insbesondere das Aussehen der jüngeren Triebe stark abnormal oder pathologisch wurden, der Grad dieser Schädigung bei der mit grösserer Menge des Farbstoffes versehenen "Akaguki"-Sorte stärker ist als bei der schwach gefärbten "Awoguki"-Sorte.

Tabelle 12. Farbstoffvorkommen und Wachstumsgeschwindigkeit gemessen an der Trockengewichtszunahme bei den mit schwarzem Kattun bedeckten *Abutilon*-Pflanzen[1]

	Beobachtungspunkte	Gefundene Werte		
		(Am 25. Juni) vor der Bedeckung	(Am 3. Juli) Kontroll-pflanzen, die unter normalen Lichbedingungen noch 8 Tagen lang angebaut wurden	(Am 3. Juli) Versuchspflanzen, die mit schwarzem Kattun während 8 Tagen bedeckt angebaut wurden
"Akaguki"	Trockengewichtszunahme (%)	10,21	3,12	−5,0
	Grad des Farbstoffvorkommens	3,4	3,9	2,0
"Awoguki"	Trockengewichtszunahme (%)	0,42	5,67	−3,0
	Grad des Farbstoffvorkommens	0,1	0,2	0

[1] Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte gefunden aus den 8 Versuchspflanzen.

Dasselbe gilt auch für den Grad der Abnahme der Wachstumsgeschwindigkeit gemessen an der Trockengewichtszunahme. Es scheint dies, wie schon erwähnt, ein Beweis dafür zu sein, dass zwischen Farbstoffbildung und Sonnenlicht eine innige Beziehung besteht (6, 7, 8, 17, 23, 30, 35, 36, 37, 38, 39, etc.).

Tabelle 13. Bestimmungen des Frischtgewichtes, Trockengewichtes und des Prozentigen Gehaltes der Trockensubstanz, bei den mit Schwarzem Kattun bedeckten *Abutilon*-Pflanzen[1]

Beobachtungspunkte			Gefundene Werte			
			(Am 25. Juni) vor der Bedeckung		(Am 3 Juli) Kontroll-pflanzen, die unter normalen Lichtbedingungen noch 8 Tagen lang weiter angebaut wurden	(Am 3 Juli) Versuchspflanzen, die mit schwarzem Kattun während 8 Tagen bedeckt angebaut wurden
			Gefundene Werte	Gegeben in Ratio	Gegeben in Ratio	Gegeben in Ratio
„Akaguki" Pflanzen	Frischgewicht des ganzen Pflanzenkörpers		2,9421 gr	100	147	88
	Trockengewicht des ganzen Pflanzenkörpers		0,4310 gr	100	133	69
	Prozentiger Gehalt an Trockensubstanz	Oberirdischer Teil	17,34 %	100	90	76
		Unterirdischer Teil	8,06 %	100	85	85
„Awoguki"-Pflanzen	Frischegewicht des ganzen Pflanzenkörpers		2,5002 gr	100	180	112
	Trockengewicht des ganzen Pflanzenkörpers		0,3704 gr	100	183	77
	Prozentiger Gehalt an Trockensubstanz	Oberirdischer Teil	17,59 %	100	101	68
		Unterirdischer Teil	8,38 %	100	105	68

[1] Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte gefunden aus den 8 Versuchspflanzen.

B. VERSUCHE MIT DER PLÖTZLICHEN NORMALEN BELEUCHTUNG VON VORHER BEDECKTEN PFLANZEN

Bei diesem Versuche wurden Pflanzen beider Sorten, die mit denen im Versuche V unter der Bedeckung mit weisem Kattun gehalten worden waren, am 26. Juni, d. h im ausgewachsenen Stadium bei der "Akaguki"-Sorte und in einem sehr stark fortgeschrittenen Entwickelungsstadium bei der "Awoguki"-Sorte teils plötzlich dem normalen Sonnenlichte ausgesetzt, teils weiter bedeckt gehalten. In diesem Zustande wurden sie während 10 Tagen gehalten und dann die Untersuchungen wie bisher vorgenommen. Die Ergebnisse der Versuche waren die folgenden:

Der Grad der Farbstoffentwickelung und die Wachstumsgeschwindigkeit waren bei den plötzlich normal beleuchteten Pflanzen höher als bei den weiterhin bedeckt gehaltenen. Ebenso waren auch das Trockengewicht und der prozentige Trockensubstanzgehalt der Körpergewebe

Tabelle 14. Farbstoffvorkommen und Wachstumsgeschwindigkeit gemessen an der Trockengewichtszunahme bei den vorher bedeckten und dann plötzlich normal besonnten *Abutilon*-Pflanzen[1]

		Gefundene Werte		
	Beobachtungspunkte	(Am 25. Juni) vor der plötzlichen Beleuchtung	(Am 5. Juli) Kontroll pflanzen, die unter der Bedeckung mit weisem Kattun noch 10 Tagen lang weiter angebaut wurden	(Am 5. Juli) Versuchspflanzen, die nach der plötzlichen Beleuchtung und noch 10 Tagen lang normal besonnt angebaut wurden
"Akaguki"	Trockengewichtszunahme (%)	7,19	5,52	6,36
	Grad des Farbstoffvorkommens	**2,3**	**2,5**	**3,1**
"Awoguki"	Trockengewichtszunahme (%)	7,20	5,55	6,39
	Grad des Farbstoffvorkommens	**0**	**0**	**0,1**

[1] Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte gefunden aus den 7-9 Pflanzen.

bei den ersteren höher. Die Wachstumsgeschwindigkeit ist also bei dem erstgenannten Material eine grössere, wie sich diese sowohl aus dem Zuwachs der Wachstumserscheinungen im allgemeinen und weiter auch aus der Zunahme des Trockensubstanzgehaltes des Körpergewebes ergibt. Dementsprechend ist hier auch eine innige Beziehung zwischen einerseits der parallele Zunahme der Farbstoffbildung und Wachstumsgeschwindigkeit und andererseits der Beleuchtung leicht zu erklären, (Tab. 14 u. 15).

Tabelle 15. Bestimmungen des Frischgewichtes, des Trockengewichtes und des prozentigen Gehaltes der Trockensubstanz, bei den vorher bedeckten und dann plötzlich besonnten *Abutilon*-Pflanzen[1]

Beobachtungspunkte			Gefundene Werte (Am 25. Juni) vor der plötzlichen Beleuchtung: Gefundene Werte	(Am 25. Juni) vor der plötzlichen Beleuchtung: Gegeben in Ratio	(Am 5. Juli) Kontroll-pflanzen, die unter der Bedeckung mit weisem Kattun noch 10 Tagen lang weiter angebaut wurden: Gegeben in Ratio	(Am 5. Juli) Versuchspflanzen, die nach der plötzlichen Beleuchtung und noch 10 Tagen lang noamal besonnt angebaut wurden: Gegeben in Ratio
"Akaguki" Pflanzen	Frischgewicht des ganzen Pflanzenkörpers		2,1439 gr	100	205	191
	Trockengewicht des ganzen Pflanzenkörpers		0,2206 gr	100	229	277
	Prozentiger Gehalt an Trockensubstanz	Oberirdischer Teil	11,90 %	100	111	144
		Unterirdischer Teil	5,77 %	100	119	135
"Awoguki"- Pflanzen	Frischgewicht des ganzen Pflanzenkörpers		2,2949 gr	100	210	213
	Trockengewicht des ganzen Pflanzenkörpers		0,2556 gr	100	224	277
	Prozentiger Gehalt an Trockensubstanz	Oberirdischer Teil	12,86 %	100	101	129
		Unterirdischer Teil	6,41 %	100	89	135

[1] Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte gefunden aus den 7-9 Pflanzen.

VII. BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DER FARBSTOFFBILDUNG UND DEM WACHSTUM VON IN VERSCHIEDENEN PERIODEN IM FELDE ANGEBAUTEN PFLANZEN

In den vorhergehenden Versuchen ist festgestellt worden, dass der Grad der Farbstoffbildung wenigstens bei den *Abutilon*-Pflanzen in Wasserkultur zu der Wachstumsgeschwindigkeit gemessen an der Trockengewichtszunahme im umgekehrten Verhältnis steht und zu dem Stoffgehalt der Körpergewebe sich parallel verhält. Eine andere Frage ist nun allerdings, ob sich diese Beobachtung auch bei den verschiedenen Verhältnissen der Kultur im freien Felde bestätigen lassen werden. Ich habe deshalb die beiden genannten Sorten der *Abutilon*-

Tabelle 16. Grad der Farbstoffbildung und der Waschtumsgeschwindigkeit gemessen an der Trockengewichtszunahme an den oberirdischen Körperteilen von *Abutilon*-pflanzen, " Akaguki "-Sorten, welche am 3. Mai in den Acker ausgesaet wurden[1]

Beobachtungszeit	Entwickelungsstadium	Trockengewichtszunahme der oberirdischen Körperteile (%)	Grad der Farbstoffbildung		
			Stengel	Blattstiel	Durchschnittswerte
10. Mai	Keimlinge	14,25	5,0	0	**2,5**
17. Mai	Früheres wachsendes Stadium	7,74	3,4	1,0	**2,2**
26. Mai	Stärker wachsendes Stadium	8,75	1,8	3,0	**2,4**
5. Juni	Stärker wachsendes Stadium	8,28	2,3	3,4	**2,8**
16. Juni	Ausgewachsenes Stadium	5,27	4,0	4,6	**4,3**
23. Juni	Früheres blühendes Stadium	3,55	4,2	5,0	**4,6**
7. Juli	Späteres blühendes Stadium	4,30	4,6	5,6	**5,1**
16. Juli	Fruchtendes Stadium	3,79	2,7	3,5	**3,1**
27. Juli	Fruchtreifestadium	−2,62	0	2,0	**1,0**
Durchschnittswerte			**3,1**	**3,1**	**3,1**

[1] Die Zahlen bedeuten die Druchschnittswerte gefunden aus den 30 Versuchspflanzen.

Pflanzen zu drei verschiedenen Zeitpunkten frei in's Feld ausgesät, nämlich die ersten am 3. Mai, danach andere am 12. Juni und die letzten am 19. Juli. Ich habe die Pflanzen in sehr grosser Zahl ausgesät und habe an diesen dieselben Beobachtungen wie in den früheren Versuchen angestellt. Dass die Beziehungen zwischen der Farbstoffbildung und der Wachstumsgeschwindigkeit, wie sie sich aus der Trockengewichtszunahme ergibt, in umgekehrten Verhältnisse

Tabelle 17. Grad der Farbstoffbildung und der Wachstumsgeschwindigkeit gemessen an der Trockengewichtszunahme der oberirdischen Körperteile von *Abutilon*-pflanzen, "Awoguki"-Sorten, angebaut ganz ähnlich wie bei den auf die Tabelle 16 bezüglichen "Akaguki"-Sorten[1]

Beobachtungszeit	Entwickelungsstadium	Trockengewichtszunahme der oberirdischen Körperteile (%)	Grad der Farbstoffbildung		
			Stengel	Blattstiel	Durchschnittswerte
10. Mai	Keimlinge	14,28	5,0	0	**2,5**
17. Mai	Früheres wachsendes Stadium	7,33	3,2	0	**1,6**
26. Mai	Stärker wachsendes Stadium	8,48	0,5	1,0	**0,7**
5. Juni	Stärker wachsendes Stadium	8,16	0,2	0,3	**0,3**
16. Juni	Späteres wachsendes Stadium	4,62	0	0	**0**
23. Juni	Späteres wachsendes Stadium	3,73	0	0	**0**
7. Juli	Ausgewachsenes Stadium	4,67	0	1,1	**0,6**
16. Juli	Früheres blühendes Stadium	4,38	0	1,0	**0,5**
27. Juli	Späteres blühendes Stadium	3,19	0	0,2	**0,1**
9. Aug.	Späteres blühendes od. fruchtendes Stadium	3,37	0	0	**0**
Durchschnittswerte			**1,0**	**0,4**	**0,7**

[1] Die Zahlen bedeuten die Druchschnittswerte gefunden aus den 30 Versuchspflanzen.

stehen, war auch bei diesem Material deutlich festzustellen. Es stellte sich nun aber weiterhin heraus, dass der Grad der Farbstoffbilung bei den Pflanzen, die an dem erstgenannten Zeitpunkte und auch dem zweitgenannten gegenüber den Pflanzen, die zu dem drittgenannten Zeitpunkte ausgesät worden waren, welche letztere sich während einer sehr heissen Zeit entwickelten, ein stärkerer war. Andererseits wurde festgestellt, dass das Trockengewicht der oberirdischen Teile im ausgewachsenen Stadium bei den letzteren bedeutend ein geringeres war, als bei den ersteren. Daraus erklärt sich, dass der Farbstoff der in der heissen Periode sich entwickelnden Pflanzen kleiner und der beiden erstgenannten Perioden angebauten Pflanzen grösser erscheint. Die Hauptursache dafür mag die sein, dass die Lufttemperatur den Stoffwechsel oder die Verwendung der Baustoffe in Gewebe beeinflusst, die zur Farbstoffbildung notwendig sind, (Siehe die Tabellen 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 u. 23).

Tabelle 18. Grad der Farbstoffbildung und der Wachstumsgeschwindigkeit gemessen an der Trockengewichtszunahme der oberirdischen Körperteile von *Abutilon*-pflanzen, "Akaguki"-sorten, welche am 13. Juni in den Acker ausgesaet wurden[1]

Beobachtungszeit	Entwickelungsstadium	Trockengewichtszunahme der oberirdischen Körperteile (%)	Grad der Farbstoffbilding		
			Stengel	Blattstiel	Durchschnittswerte
22. Juni	Keimlinge	—	6,0	0	3.0
29. Juni	Früheres wachsendes Stadium	—	1,4	2,1	1,7
7. Juli	Stärker wachsendes Stadium	10,04	1,5	2,3	1,9
15. Juli	Ausgewachsenes Stadium	10,21	4,3	5,6	4,9
27. Juli	Fruchtendes Stadium	4,14	1,8	5,1	3,5
4. Aug.	Fruchtreifestadium	2,60	1,0	3,5	2,3
Durchschnittswerte			2,7	3,1	2,9

[1] Die Zahlen bedeuten die Druchschnittswerte gefunden aus den 20 - 30 Versuchspflanzen.

Tabelle 19. Grad der Farbstoffbildung und der Wachstumsgeschwindigkeit gemessen an der Trockengewichtszunahme der oberirdischen Körperteile von den *Abutilon*-pflanzen, "Awoguki"-Sorten, angebaut ganz ähnlich wie bei den auf die Tab. 18 bezüglichen "Akaguki"-Sorten[1]

Beobachtungszeit	Entwickelungsstadium	Trockengewichtszunahme der oberirdischen Körperteil (%)	Grad der Farbstoffbildung		
			Stengel	Blattstiel	Durchschnittswerte
22. Juni	Keimlinge	—	6,0	0	**3,0**
29. Juni	Früheres wachsendes Stadium	—	0,4	0,5	**0,5**
7. Juli	Stärker wachsendes Stadium	10,15	0	0,1	**0,1**
15. Juli	Sp'teres wachsendes Stadium	9,55	0	0,1	**0,1**
27. Juli	Früheres blühendes Stadium	5,19	0	0	**0**
7. Aug.	Später blühendes od. fruchtendes Stadium	1,11	0	0,2	**0,1**
16. Aug.	Fruchtreifestadium	0,04	0,7	1,0	**0,9**
Durchschnittswerte			**1,0**	**0,3**	**0,7**

[1] Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte gefunden aus den 20-30 Versuchspflanzen.

Tabelle 20. Grad der Farbstoffbildung und der Wachstumsgeschwindigkeit gemessen an der Trockengewichtszunahme der oberirdischen Körperteile von *Abutilon*-Pflanzen, "Akaguki"-Sorten, welche am 19. Juli in den Acker ausgesaet wurden[1]

Beobachtungszeit	Entwickelungsstadium	Trockengewichtszunahme der oberirdischen Körperteile (%)	Grad der Farbstoffbildung		
			Stengel	Blattstiel	Durchschnittswerte
24. Juli	Keimlinge	—	4,0	0	**2,0**
27. Juli	Früheres wachsendes Stadium	—	1,8	1,0	**1,4**
3. Aug.	Stärker wachsendes Stadium	12,68	1,1	2,0	**1,6**
10 Aug.	Späteres wachsendes Stadium	11,91	1,7	3,8	**2,7**
16. Aug.	Blühendes Stadium	6,02	1,8	4,0	**2,9**
26. Aug.	Fruchtendes Stadium	3,59	1,4	2,5	**2,0**
30. Aug.	Fruchtreifestadium	—	0,7	3,7	**2,2**
Durchschnittswerte			**1,8**	**2,4**	**2,1**

[1] Die Zahlen sind gegeben in den Druchschnittswerte gefunden aus 30-40 Versuchspflanzen.

Tabelle 21. Grad der Farbstoffbildung und der Wachstumsgeschwindigkeit gemessen an der Trockengewichtszunahme der oberirdischen Körperteile von *Abutilon*-Pflanzen, "Awoguki"-Sorten, angebaut ganz ähnlich wie bei den auf die Tabelle 20 bezüglichen "Akaguki"-Sorten[1]

Beobachtungszeit	Entwickelungsstadium	Trockengewichtszunahme der oberirdischen Körperteile (%)	Grad der Farbstoffbildung		
			Stengel	Blattstiel	Durchschnittswerte
24. Juli	Keimlinge	—	4,0	0	**2,0**
27. Juli	Früheres wachsendes Stadium	—	1,8	1,0	**1,4**
3. Aug.	Stärker wachsendes Stadium	12,81	0,2	0	**0,1**
10. Aug.	Späteres wachsendes Stadium	10,84	0,1	0	**0,1**
16. Aug.	Früheres Stadium des Aufblühens	10,23	0	0,6	**0,3**
26. Aug.	Fruchtendes Stadium	0,51	0,2	0	**0,2**
4. Sept.	Fruchtreifestadium	—	0,5	0,3	**0,4**
Druchschnittswerte			**1,0**	**0,3**	**0,6**

[1] Die Zahlen sind gegeben in den Durchschnittswerte gefunden aus 30-40 Versuchspflanzen.

Tabelle 22. Grad des Farbstoffvorkommens und das absolute Trockengewicht des oberirdischen Körperteils in blühendem Stadium und im Fruchtreifestadium, bei den an drei verschiedenen Zeitpunkten frei in's Feld ausgesaeten "Akaguki"-Pflanzen[1]

Ausgesaetzeit	Blühendes Stadium			Fruchtreifestadium		
	Beobachtungszeit	Trockengewicht	Farbstoffbildung	Beobachtungszeit	Trockengewicht	Farbstoffbildung[2]
31. Mai	23. Juni	2,2590 gr	**5,1**	16. Juli	3,4262 gr	**3,1**
13. Juni	17. Juui	1,3410 gr	**4,9**	4. Aug.	2,5521 gr	**2,9**
19. Juli	16. Aug.	1,2092 gr	**2,9**	26. Aug.	1,8859 gr	**2,1**

[1] Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte gefunden aus den 20-40 Versuchspflanzen.

[2] Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte des Grades der Farbstoffbildung während ganzer Entwickelungsstadien.

Tabelle 23. Grad des Farbstoffvorkommens und das absolute Trockengewicht des oberrirdischen Körperteils in blühendem Stadium und im Fruchtreifestadium, bei den an drei verschiedenen Zeitpunkten in's Feld ausgesaeten "Awoguki"-Pflanzen[1]

Ausgesaetzeit	Blühendes Stadium			Fruchtreifestadium		
	Beobachtungszeit	Trockengewicht	Farbstoffbildung	Beobachtungszeit	Trockengewicht	Farbstoffbildung[2]
31. Mai	16. Juli	3,8655 gr	**0,5**	9. Aug.	10,5143 gr	**1,0**
13. Juni	27. Juli	2,5835 gr	**0**	16. Aug.	3,1769 gr	**0,7**
19. Juli	16. Aug.	1,6875 gr	**0,2**	26. Aug.	1,6061 gr	**0,6**

1 Die Zahlen sind gegeben in den Durchschnittswerte gefunden aus 20-40 Versuchspflanzen

2 Die Zahlen bedeuten die Durchschnittswerte des Grades der Farbstoffbildung während ganzer Entwickelungsstadien.

VIII. DISKUSSION

Aus all dem Gesagten geht hervor, dass die Anthozyan-Farbstoffe in den oberirdischen Organen der *Abutilon*-Pflanzen in den jungen wie in den älteren Körperteilen der Pflanzen nur wenig, dagegen im ausgewachsenen Körperteil derselben in starkem Masse vorkommen. Diese Farbstoffbildung pflegt auch im ausgewachsenen Stadium eine sehr stark zu sein, dagegen sie in einem frühen sowie auch im späten Entwickelungsstadium zurücktritt. Andererseits ist festgestellt worden, dass die Farbstoffbildung zu der Wachstumsgeschwindigkeit, wie sie durch die Trockengewichtszunahme ausgedrückt wird, in einem umgekehrten Verhältnisse steht, und sich parallel dem Stoffgehalt des Körpergewebes ändert.

Verschiedenen Autoren (34, etc.) zufolge bedeutet die Wachstumsgeschwindigkeit, ausgedrükt durch die Trockengewichtszunahme, gleichzeitig auch eine Gewichtszunahme der Baustoffe des Körpergewebes und auch eine Stoffvervollständigung in den Gewebezellen. Dabei werden zur Gewebeneubildung die Zellstoffe als Baustoffe verbraucht, d. h. also es muss die durch die Gewebeneubildung erfolgende Gewichtszunahme von einem Verbrauch der Zellen an Baustoffen begleitet sein. Es ist daher vielleicht die Zunahme des Trockengewichts einerseits von einem Verbrauch an Zellstoffen und andererseits von einer

Vervollständigung derselben begleitet. Bei unseren *Abutilon*-Pflanzen werden vermutlich im aufsteigenden Stadium der Entwickelung, in dem die Körpergewebe sehr lebhaft gebildet werden, die Baustoffe in einem höheren Masse verbraucht, das Gegenteil ist im ausgewachsenen Stadium der Fall, in dem die Gewebeneubildung nicht mehr so lebhaft vor sich geht, was die Hauptursache dafür ist, dass in dem letztgenannten Stadium der Baustoffgehalt der Zellen ein sehr viel höherer ist. Nach dem Stadium des Verblühens, zu Anfang der Fruchtreife werden wohl die Baustoffe aus dem Körpergewebe in die Früchte oder Samen wandern, wodurch dann wieder eine Abnahme in dem Baustoffgehalt der Gewebezellen herbeigeführt wird. Man kann daher bezgl. des Baustoffgehalts der Zellen während der ganzen Vegetationsperiode drei verschiedene Stadien unterscheiden. Das erste Stadium ist das der lebhaftesten Entwickelung, das zweite das der Vollständigung der Entwickelung, in dem die Zellen den höchsten Gehalt an Baustoffen haben, das dritte Stadium ist das nach dem Verblühen, in dem der Baustoffgehalt der Zellen wiederum abnimmt.

Nach unseren Versuchsresultaten verläuft, die Farbstoffbildung im aufsteigenden Stadium der Entwickelung im umgekehrten Verhältnis und im Fruchtreifestadium im absteigenden parallelen Verhältnis mit der Wachstumsgeschwindigkeit. Das bedeutet also vielleicht nichts anderes als die Tatsache, dass die Farbstoffbildung mit der Vervollständigung der Baustoffe der Zelle sich in einem ähnlichen Verhältnisse ändert, weil die Baustoffe im Gewebe durch die Gewebeneubildung im erstgenannten Stadium und durch die Stoffwanderung aus den Geweben in die Samen im letztgenannten Stadium beträchtlich verwendet werden sollen. Dass im ausgewachsenen Stadium die genannten Beziehungen eine Zeit lang aufsteigend parallel verlaufen, bedeutet also aller Wahrscheinlichkeit nach, dass dasselbe Verhältnis zwischen der Farbstoffbildung und dem Absteigen des Verbrauchs an Baustoffen oder eine Vervollständigung derselben vor sich geht. Es verlaufen daher also die genannten Beziehungen eigentlich während der ganzen Vegetationsperiode parallel. Ein ähnliches Verhältnis geht ja auch schon aus den Untersuchungen von verschiedenen Autoren (3, 4, 5, 12, etc.) über die Beziehung zwischen der Farbstoffbildung in den Blättern und dem Stengel durch den Ringelungsoperation auf den Stengel hervor. Es ist dabei ganz natürlich, dass die Beziehungen zwischen der Farbstoffbildung und der Wachstumsgeschwindigkeit, ausgedruckt in der Trockengewichtszunahme, obwohl meitens im umgekehrten Verhaltnisse stehend,

eine Zeit lang parallel verlaufen. In unseren Versuchen wurde, wie gesagt, der Gewichtszuwachs als Index der Wachstumsgeschwindigkeit benutzt, würde aber der Längenzuwachs, der die Gewebeneubildung am klarsten offenbart, benützt werden, so würden diese Beziehungen noch klarer hervortreten.

Es ist bekannt, dass das Chromogen des Anthozyans aus Flavon und Flavonol - Derivaten entsteht (22, 23, 24, 33, 35, 41, 42, etc.) und weiter, dass das Anthozyan und die Chromogensubstanzen quantitativ von den Assimilaten abhängig sind (24 u. a.). Es ist daher anzunehmen, dass in dem Stadium, in dem die Assimilation lebhaft vor sich geht, das Chromogen oder die Stoffe, aus denen das Anthozyan gebildet wird, vermehrt sind. Bei unseren Versuchsmaterialien, " Awoguki " ebenso wie " Akaguki " trat der Farbstoff bei den jungen und den älteren Pflanzen nur schwach auf, im Vergleich zu den ausgewachsenen Exemplaren. Diese Tatsache kann, wenigstens in gewissem Umfange, auf die Assimilationstätigkeit zurückzuführen weil die Pflanzen im ersteren Falle bei schwacher Assimilationstätigkeit in einem jüngeren Wachstumsstadium die Assimilate in höheremMasse verbrauchen und daher einen geringeren Chromogengehalt besitzen werden, dagegen im letzteren Falle das Gegenteil der Fall ist.

Ich habe also, wie auch andere Autoren an verschiedenen Pflanzen beobachtet haben, auch durch meine Versuche erwiesen dass die Farbstoffbildung bei schwacher Besonnung nur eine geringe war. Das hängt einerseits von dem direkten Einflusse des Sonnenlichtes ab (1, 2, 9, 14, 16, 18, 19, 25, 31, etc.) und andererseits von demselben Einfluss auf die Assimilation und das Wachstum. Bei nur schwacher Beleuchtung vermindert sich, wie bekannt die Assimilationstätigkeit sehr stark, dabei gleichzeitig ein starkes Streckenwachstum stattfindet. D. h. also dass die Sonnenbeleuchtung auf die Farbstoffbildung auch einen indirekten Einfluss ausübt. Merkwürdig ist nun aber, dass bei unseren Versuchen bei nur schwacher Beleuchtung das umgekehrte Verhältnis zwischen Farbstoffbildung und Wachstumsgeschwindigkeit, ausgedrückt durch die Trockengewichtszunahme, sehr viel deutlicher hervortrat als bei stärkerer Beleuchtung, (Siehe Fig. 1 und 2).

Es stellte sich aber weiter heraus, dass bei den in verschiedenen Perioden angebauten Materialien der Grad der Farbstoffbildung bei dem im August entwickelten Material, im Vergleich zu dem während Mai und Juli entwickelten, ein kleinerer war. Das ist wahrscheinlich auf den höheren Verbrauch an Baustoffen im Körpergewebe zurückzuführen,

weil die Entwickelung bei dem erstgenannten Material eine stärkere war, als bei dem letzteren, (16, 18, 25, 31, 40, etc).

Nach allem können wir aus unseren Versuchen schliessen, dass der Baustoffgehalt im Pflanzenkörper in inniger Beziehung zu der Anthozyanfarbstoffbildung steht.

IX. Zusammenfassung

1) *Abutilon avicennae*: Beide Sorten "Akaguki" und "Awoguki" färben sich nach der Keimung an Stengeln und Blattstielen rötlich-violett.

2) Diese Farbe ist auf einen Anthozyanfarbstoff zurückzuführen und pflegt in frühen und im späten Entwickelungsstadium der Pflanzen nur schwach, im ausgewachsenen Stadium dagegen stark aufzutreten. Die Farbstoffbildung verändert sich im umgekehrten Verhältnis zu der Wachstumsgeschwindigkeit, ausgedrückt durch die Trockengewichtszunahme, dagegen parallel zu dem Baustoff oder Assimilatgehalt der Zellen.

3) Aehnliche Beziehungen bestehen auch dann, wenn die Versuchspflanzen im freien Felde unter verschiedenen Bedingungen angebaut werden.

4) Durch Besonnung wird die Farbstoffbildung gefördert, und zwar im Masse der Besonnung. Wird der Besonnungszustand in einem Entwickelungsstadium verändert, so wird auch der Grad der Farbstoffbildung in ähnlichem Masse verändert. Die Ursache dafür ist aller Wahrscheinlichkeit nach einmal ein direkter und zum anderen ein indirekter.

5) Aus all dem Gesagten ist zu schliessen, dass der Grad der Farbstoffbildung bei den *Abutilon*-Pflanzen zu dem Grad der Verwendung des Baustoffes durch das Wachstum im umgekehrten Verhältnisse oder zu dem Grad der Anhäufung des Baustoffes im Gewebe im parallelen Verhältnisse sich verändert.

Vorliegende Untersuchungen wurden in den Jahren 1925-1926 in beiden agronomischen und botanischen Institut der Kaiserlichen Kyushu-Universitat ausgeführt. Es ist mir eine aufrichtige Pflicht meinen Lehrern Herrn Prof. Dr. R. Kôketsu für Seine Anregung und Leitung dieser Arbeit und den Herren Professoren Dr H. Ando, Dr. S. Kato,

T. KOYAMA und T. MORINAGA für ihre freundlichen Unterstützungen meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Agronomisches Institut, Kaiserliche Kyushu-Universität.
September 1929.

LITERATUR

1. BEYLAYGUE, L., Influence de labscurite sur le development des fleurs. (C. R. Acad. Sc. Paris **132**, 1901.) Ref, Just's Bot. Jahresb. **29**, p. 209, 1901.
2. BOUGET, J., Sur le variations de coloration des fleurs realises experimentalent a haute altitute. (C. R. Acad. Sc. Paris **175**, 1922.) Ref., Bot. Centralbl. **144**, p. 362, 1923.
3. COMBES, R., Production d'anthocyanique sous l'influence de la decortication annulaire. (Bull. Soc. Bot. France **56**, 1909.) Ref., Just's Bot. Jahresb. **37**, p. 647, 1909.
4. ——, Recherches biochimiques sur le dévelopement de l'anthocyane chez les vegetaux. (C. R. Acad. Sc Paris **148**, 1909.) Ref., Bot. Centralbl. **111**, p. 461, 1909.
5. ——, Formation de pigment anthocyaniques determinee dans les feuilles par la decortication annulaire des tiges. (Ann. Sc. nat. Bot. Paris **16**, 1912.) Ref., Bot. Centralbl. **120**, p. 675, 1912.
6. ENGELMANN, Th. W., Die Farben bunter Laubblätter und ihre Bedeutung für die Zerlegung der Kohlensäure im Lichte. (Bot. Zeit. **45**, 1887.) Ref., Just's Bot. Jahresb. **15**, p. 555, 1887.
7. EWART, A. J., The effect of tropical insolation. Ann. Bot. **11**, p. 439, 1897.
8. FILARSKY, J., Ueber Anthocyan und einen interessanten Fall der Nichtausbildung dieses Farbstoffes. Bot. Centralbl. **64**, p. 157, 1895.
9. FISCHER, H., Belichtung und Blütenfarbe. Flora **98**, p. 380, 1908.
10. HAAS, P. and T. G. HILL, Mercurialis III. A. consideration of the physiological significance of the chromogen. Ann. Bot. **39**, p. 861, 1925.
11. HASSACK, C., Untersuchungen über den anatomischen Bau bunter Laubblätter nebst einigen Bemerkungen, betreffend die physiologische Bedeutung der Buntfärbung derselben. Bot. Centralbl. **28**, p. 84, 1886.
12. HIBINO, S., Ueber die Anthocyanbildung in den Blättern durch die Ringelung. (Jap.) Bot. Mag. Tokyo **27**, p. 489, 1913.
13. ICHIMURA, T., On the formation of Anthocyan in the petaloid calyx of the red japanese Hortense. Jour. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo **18**, Art. 3, 1903.
14. JONESCO, ST., Recherches sur le rôle des Anthocyanes. (Ann. Sc. nat. Bot. **4**, 1922.) Ref., Bot. Abst. **12**, p. 864, 1923.
15. KEENER, A. E., A study of the facters concerned in the reddening of leaves of *Diervilla Lonicera*. Amer. Jour. Bot. **11**, p. 61, 1924.
16. KLEBS, G., Ueber Variation der Blüten. Jahrb. wiss. Bot. **42**, p. 155, 1906.
17. KNY, L., Zur physiologischen Bedeutung des Anthocyans. (Estratto dagli Atti del Congresso Botanico Internationale, 1892.) Ref., Bot. Centralbl. **56**, p. 472, 1893.
18. KOSAKA, H., Ueber die Einflüsse von dem Licht, der Temperatur und dem Wassermangel auf die zufällige Färbung der weisen Blüten von *Chrysanthemum*. (Jap.) Kikkawa's Festschrift, (unter der Presse).
19. LINSBAUER, L., Ueber photochemische Induction bei der Anthocyanbildung. (Wiesner's Festschrift, Wien 1908.) Ref., Bot. Centralbl. **108**, p. 404, 1908.

20. MIYOSHI, M., Ueber die Herbst- und Trockenröte der Laubblätter. Jour. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo **27**, Art. 2, 1909.

21. MOLISCH, H., Mikrochemie der Pflanzen Jena 1923.

22. NAGAI, I., A genetico-physiological study on the formation of anthocyanin and brown pigments in plants. Jour. Coll. Agr. Imp. Univ. Tokyo **8**, No. 1, 1921.

23. NOACK, K., Physiologische Untersuchungen an Flavonolen und Anthocyanen. Zeitschrift f. Bot. **14**, p. 1, 1922.

24. ONSLAW, M., The Anthocyanin pigments of plants. Cambridge 1927.

25. OVERTON, E., Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rothen Zellsaft bei Pflanzen. Jahrb. wiss. Bot. **33**, p. 177, 1899.

26. PALLADIN, W., Das Blut der Pflanzen. Ber. Deut. Bot. Gesel. **26 a**, p. 125, 1908.

27. ——, Ueber die Bildung der Atmungschromogene in die Pflanzen. Ber. Deut. Bot. Gesel. **26 a**, p. 389, 1908.

28. ——, Das Verbreitung der Atmungschromogene in den Pflanzen. Ber. Deut. Bot. Gesel. **26**, p. 378, 1908.

29. ——, Ueber die Bedeutung der Atmungspigmente in der Oxydationsprozessen der Pflanzen. Ber. Deut. Bot. Gesel. **30**, p. 104, 1912.

30. PICK, H., Ueber die Bedeutung des rothen Farbstoffes bei den *Phanerogamen* und die Beziehungen desselben zur Stärkewanderung. Bot. Centralbl. **16**, p. 281, 1883.

31. PORTHEIM, L., „Ueber den Einfluss von Temperatur und Licht auf die Färbung des Anthocyans. (Anzeig. Ksl. Akad. Wiss. Wien **15**, 1924) Ref., Bot. Centralbl. **128**, p. 435, 1925.

32. RIGDWAY, W., Colourstandard and Nomenclature. Washington 1912.

33. SANDO, C. E., Anthocyanin formation in *Helianthus annuus*. Jour. Biol. Chem. **64**, p. 71, 1925.

34. SATO, K., Ueber die Beziehungen zwischen der Zellsaftkonzentration und Wachstum einiger Kulturpflanzen. (Jap.) Represojo de la Bulteno Scienca de la Fakultato Terkultura, Kjusu Imp. Univ. **1**, p. 247. 1925.

35. SIBATA, K., Untersuchungen über das Vorkommen und die physiologische Bedeutung der Flavonderivate in den Pflanzen. I. Mitteilung. Bot. Mag. Tokyo **29**, p. 118, 1915.

36. —— und M. KISHIDA, Untersuchungen über das Vorkommen und die physiologische Bedeutung der Flavonderivate in den Pflanzen. II. Mitteilung. Ein Beitrag zur chemischen Biologie der Alpinen Gewächse. Bot. Mag. Tokyo **29**, p. 301, 1915.

37. —— und I. NAGAI, Untersuchungen über das Vorkommen und die physiologische Bedeutung der Flavonderivate in den Pflanzen. III. Mitteilung. Ueber den Flavonderivategehalt der Tropenpflanzen. Bot. Mag. Tokyo **30**, p. 149, 1916.

38. SMITH, A. M., On the internal temperature of leaves in tropical insolation with special reference to the effect of their color on the temperature. (Ann. Roy. Bot. Gard. Ceylon **4**, 1909.) Ref., Just's Bot. Jahresb. **37**, No. 1, p. 588, 1909.

39. STAHL, E., Ueber bunte Laubblätter. Ein Beitrag zur Pflanzenbiologie, II. (Ann. d. jard. bot. d. Buitenzorg **13**, 1896.) Ref., Just's Bot. Jahresb. **24**, No. 1, p. 81, 1896.

40. TISCHLER, G., Ueber die Beziehungen der Anthocyanbildung zur Winterhärt der Pflanzen. Beiheft. Bot. Centralbl. Cassel. **18**, p. 452, 1905.

41. WHELDALE, M., On the formation of anthocyanin. Jour. Genetics **I**, p. 133, 1911.

42. WILLSTÄTTER, R. und H. MALLISON, Ueber die Verwandschaft der Anthocyane und Flavone. Sitzungsb. Kgl. Preus. Akad. Wiss. **29**, p. 769, 1914.



昭和四年十二月二十日印刷
昭和四年十二月二十五日發行

編纂兼發行者　九州帝國大學

九州帝國大學內
印刷者　田中信吾

印刷所　九州帝國大學印刷所

東京市日本橋區通二丁目十四番地
發賣所　丸善株式會社書店

Agent for the Sale of this Journal:

Z. P. MARUZEN & Co., Ltd.

Tōri Nichome, Nihonbashiku,

TOKYO.

PUBLISHED ARTICLES OF VOLUME 2

All correspondences regarding this Journal should be addressed to the Editor of the Journal.